



Denne artikel er oversat fra en artikel udarbejdet af IK3OIL, og der er givet tilladelse til at oversætte og bruge artiklen i Danmark. Artiklen er brugt som inspiration i EDR Afdeling Fredericia. Print er fremstillet af OZ7P, der samtidig underviser i fremstilling af strygeprint.

Dette projekt blev udviklet af en lille gruppe radioamatører fra den lokale ARI klub i Padova.

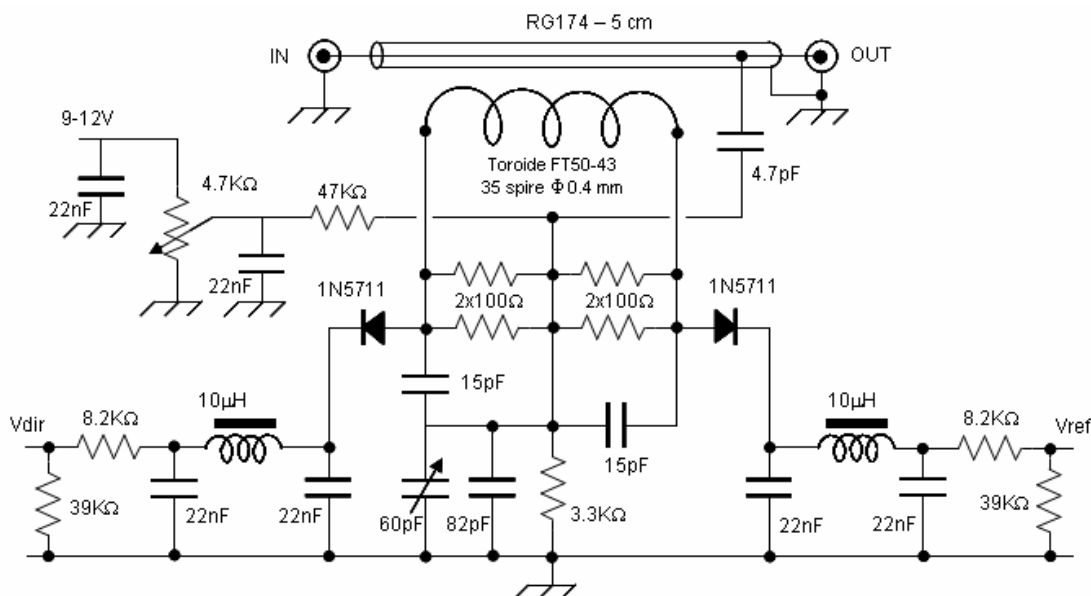
Softwaren blev udviklet af Danilo (IW3EGT), der administrerer klubbens "mikroprocessor gruppe", mens Francesco (IK3OIL) tog sig af SWR broen og print designet (PBC).

Vores mål var, at bygge en digital, helt automatisk, version af det klassiske SWR meter, der skulle være i stand til at vise både SWR og PEP power værdier, med et søjlediagram på den nedre linje i displayet, som skulle vise den umiddelbare effekt.

Udlæsningen er rimelig præcis i hele HF området, op til 50 MHz, samt det dækker effektområdet fra 5 til 120 W, det gør også instrumentet anvendeligt for QRP stationer.



### Retningskobler kredsløbet.

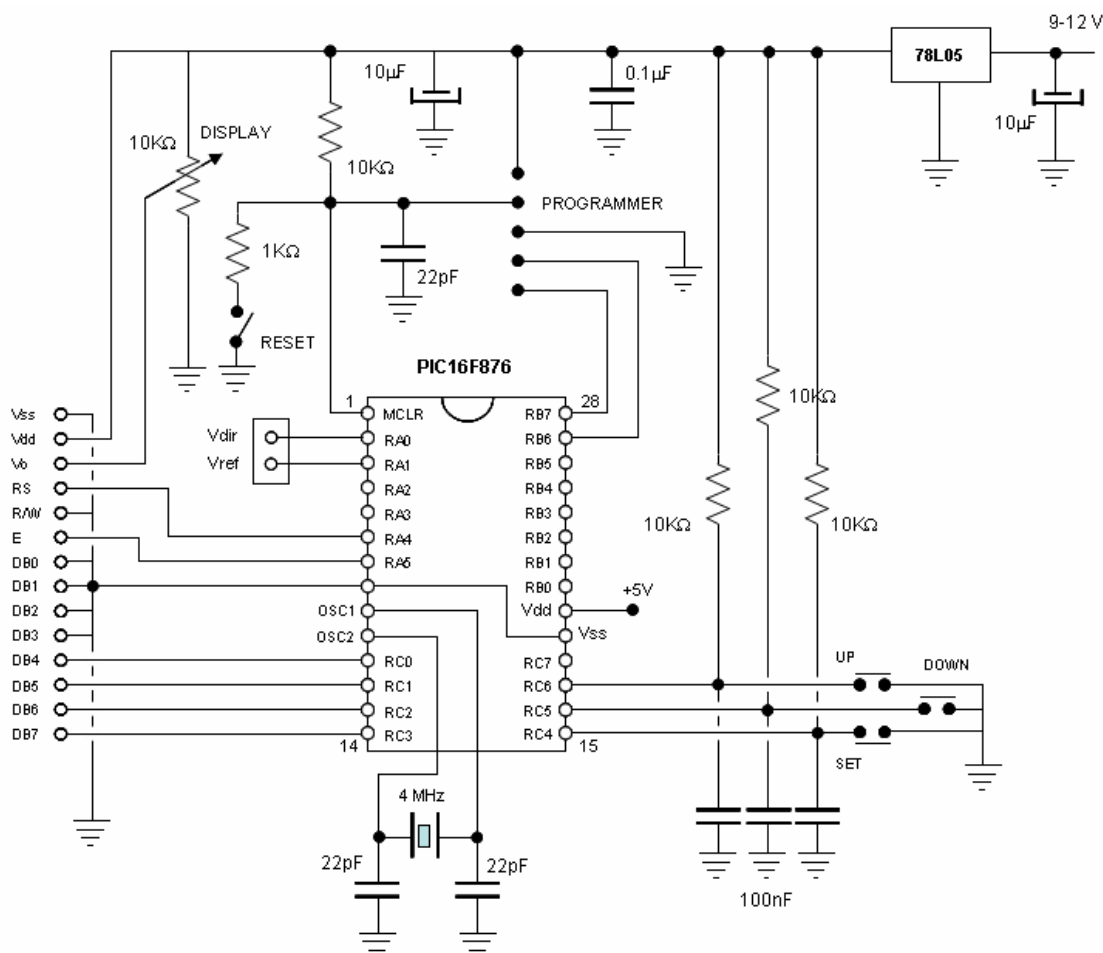


Der blev prøvet flere forskellige opstillinger for dette kredsløb ved hjælp af både enkelt- og tre tråde spoler, med og uden tap spole. Det viste sig, at den enkleste løsning var den bedste. Så valget faldt på en enkelt ledning, ingen tap spole, viklet på en ferrit FT50-43 toroid. SWR-broen afstemmes med en keramisk 60 pF trimmer, justeret til den laveste SWR aflæsning på en matchet 50 Ω dummy load. To små 15 pF kondensatorer, parallel koblet til nogle 100 ohm modstandene, disse gør det muligt at forbedre lineariteten og balancen af RF-broen. Vær opmærksom på, at 4,7

pF kondensatoren, der er forbundet til output skal være egnet til høj spænding (200 V). Jeg valgte to 1N5711 Schottky lav volts dioder som detektorer, for at forbedre frekvenslinearitet og effektområdet af koblingen, der spænder fra 5 til 120 W (selv en 3W effekt kan måles, men med en lavere nøjagtighed).

En lille forspænding til dioderne er nødvendig for at forbedre dynamik området, dette gøres ved at justere 5KΩ trimmer til et par mV udlæst ved Vref punktet, uden RF input på Power IN. Den "brugbare" retningskobler er fremstillet af et lille stykke (ca. 5 cm) Coax RG174 kabel, der stikkes igennem FT50-43 tororiden. Spolen er dannet af 35 viklinger af 0,4 mm lakeret kobbertråd, som dækker hele tororiden. RG174 kablets skærm skal ved OUTPUT enden forbindes som vist på tegningen. Vær opmærksom på de to siders symmetri, således at målebreen er i balance. Man kan ændre instrumentets strømaflæsnings følsomhed ved at variere antallet af vindinger i spolen, flere vindinger gør det muligt at læse højere effekter, færre vindinger er nødvendige for lavere effekter.

### Mikroprocessor kontrolsystemet.



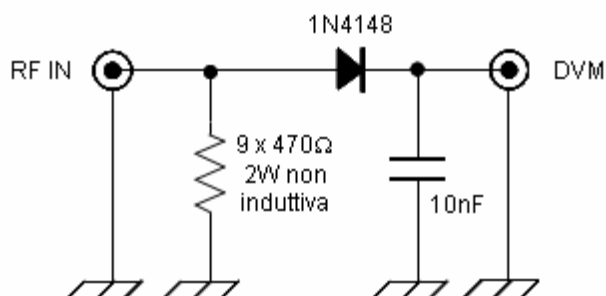
Det virkelige "plus" i dette projekt er brugen af en PIC16F876 mikroprocessor. Denne enhed har indbygget en 10 bit A / D konverter, som læser den udsendte (Vf) og reflekteret (Vr) spænding, så det kan beregne SWR værdien ifølge formlen:

$$SWR = (V_f + V_r) / (V_f - V_r)$$

Softwaren kompenserer også for diodernes spændingsfald, således at der opnås en mere præcis aflæsning. Effektmålingen opdateres hver andet sekund, registrering af en højere værdi, aflæst i løbet af denne periode. Dette gør visningen af målingen mere stabil, også med en moduleret bærebølge. Den viste effekt er en PEP værdi. Et digitalt søjlediagram vises på den nederste LCD linje, dette viser den øjeblikkelige effekt, denne måling opdateres 10 gange / sek., så det er en "nær real time" værdi. Den viste talværdi slettes hvert andet sek. i mangel af indgangssignal. En "i kredsløb" programmeringsmulighed er lavet med et 5 polet programmerings stik, hvilket fører til MCLR, RB6 og RB7 indgangene på PIC-kredsen, en manuel RESET-kontakt er også klargjort.

### Kalibrering af instrumentet.

Dette er den eneste "én gangs" manuel operation der kræves. Så husk, at hele instrumentets præcision afhænger af denne kalibrering. Kalibreringen kan opdeles i to faser: Retningskobler justering og mikroprocessor systemkalibrering. Begge disse faser kræver en 50 Ω dummyload. Denne kan let bygges i overensstemmelse med følgende tegninger:



Brug kun ikke-induktive modstande, INPUTTET må ikke overstige 15 W TX PWR med 2W modstande. Et digital høj impedans DVM skal tilsluttes til "DVM" output.

#### *Retningskoblerens justering.*

- Placer DVM ved Vref. udgang, og en 9-12 V strømforsyning til 4,7 K Ω trimmeren. Juster trimmer, så der læses 5mV på DVM.
- Nu forbindes senderen og dummyloaden, vælg 28 MHz-båndet og 10-15 W udgangseffekt på CW eller AM. Placer DVM på Vref. ben og justere på 60 pF kondensator til et minimums udlæsning (skal være meget tæt på nul).

#### *Kalibrering af mikroprocessor-systemet.*

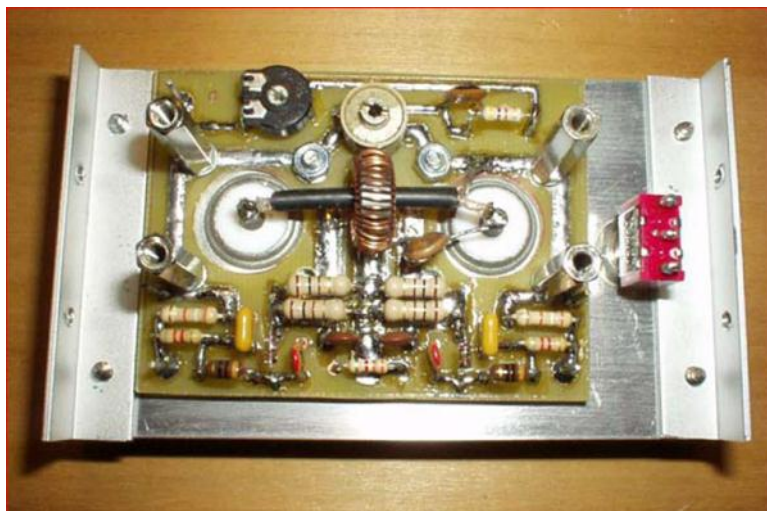
Denne kalibrering kræver en Transceiver (TX), med en udgangseffekt i intervallet 10-15 W og en dummyload. TX skal indstilles til CW eller AM drift, og effekten kan udledes ved følgende formel:

$$\text{Power (Watt)} = (\text{Vout} + 0,5)^2 / 100$$

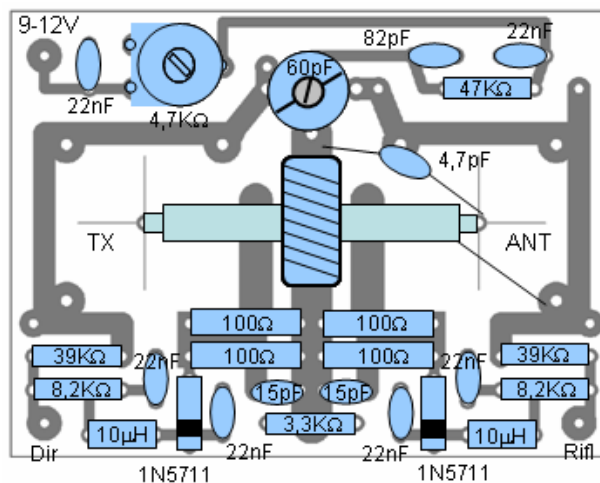
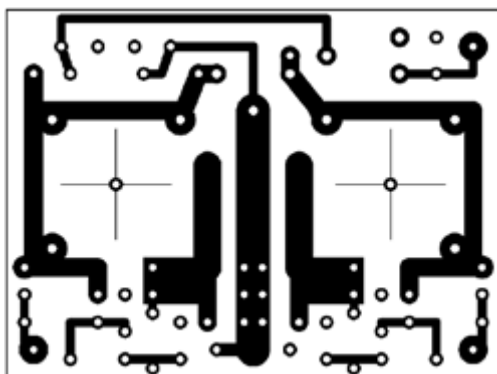
hvor 0,5 V udtrykket kompenserer for diodens forspænding. Vælg en frekvens i 14 - 21 MHz området og aktivere kalibreringsfunktion ved at trykke på knappen SET. Mikroprocessoren vil bede om faktiske Effekt (skal være så nøjagtig som muligt). Beregn det med den øverste formel, aflæsningen af spændingen på dummyload, og indsætte denne værdi ved hjælp af de to <og>

knapper. Mikroprocessoren vil bede om at bekræfte, og derefter vil det blive gemt som en reference værdi i PIC'ens interne EEPROM, Disse vil senere blive brugt som reference værdi, ved beregning af andre Power værdier.

**Retningskoblerens PCB og komponenter layout.** Dette PCB er bygget på en dobbelt siddet printplade. Alle komponenterne, bortset fra to SO239 connectorene, der er placeret på samme side, sammen med printbanerne. Hele modsatte side efterlades dækket af kobber, dette anvendes som et jordplan. De SO239 stik er placeret på denne side, og holdes på plads af 3 skruer. Nogle komponenter (så som trimmerne) kræver boring gennem PCB, så du skal forsænke huller på den modsatte side ved hjælp af et 4 mm bor.



**Retningskoblerprintet, 1:1 skala, ses fra printbanesiden og modsatte side med komponent layoutet.**



Dobbeltside print og dette er komponentsiden, bagsiden er kobberbelagt, med ud fræsninger, der hvor der ikke skal være kontakt til stel.

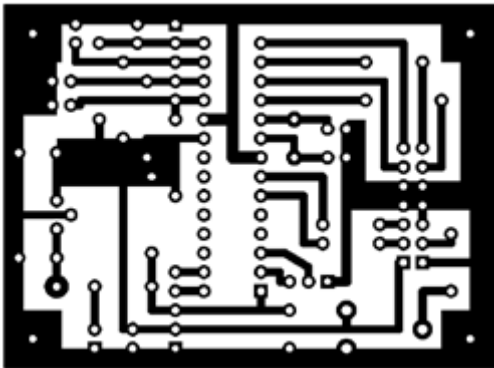


### PIC modulet, PCB og komponent layout.

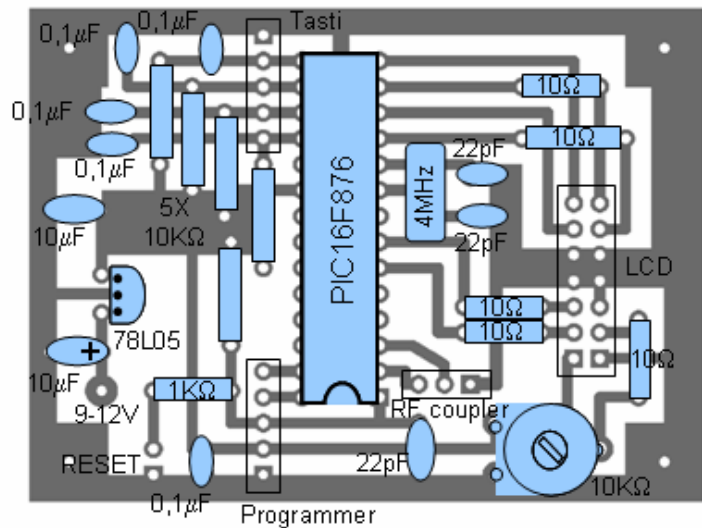
Dette modul er let at bygge, men der skal tages nogle hensyn til afskærmning mellem de to moduler (Retningskobler modulet og PIC modulet), for at undgå HF-indstråling i mikroprocessoren. Der er brugt enkelt side print, og et antal 2,5 mm stik (pinhead) til alle de eksterne moduler/komponenter: LCD display, kalibrerings tryk knapper, RESET-knap, programmerings tilslutning og Retningskobleren. Nogle lav værdi ( $10\ \Omega$ ) modstande anvendes i stedet for ledningslus, de steder hvor det har været nødvendigt med banekrydsninger.



### PIC printet, skala 1:1 (66x48 mm), set fra neden, og komponent layoutet.



Enkeltside print.



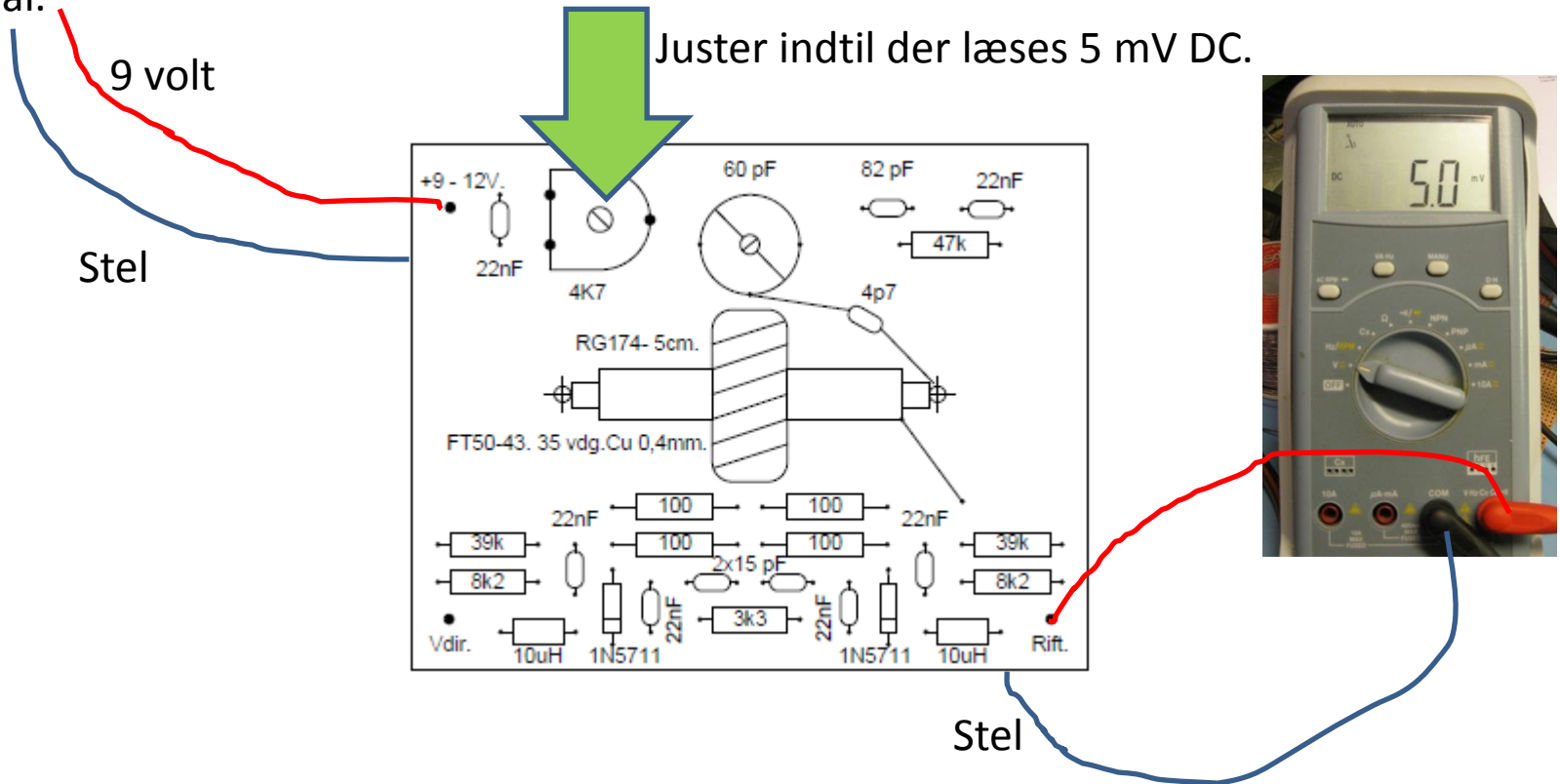
**Justering og kalibrering.**



**Digitalt VSWR & Power meter.**

# Første step i kalibrering af instrumentet.

Jeg føder retningskobleren med 9 volt fra PIC-printet, der har et udtag til netop dette formål.





# Første step i kalibrering af instrumentet.

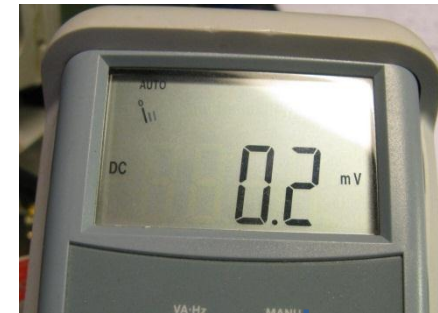
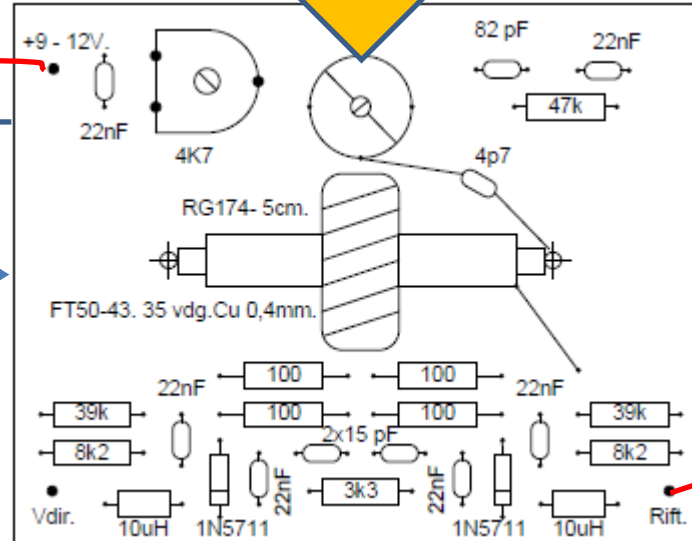
Jeg føder retningskobleren med 9 volt fra PIC-printet, der har et udtag til netop dette formål.

Juster indtil der læses 0 mV DC eller meget tæt på nul.

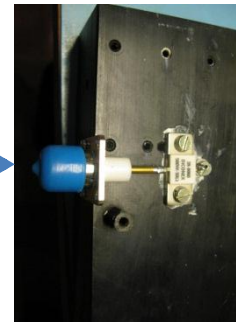
9 volt

Stel

Send på 28,5 MHz  
10 W AM eller CW  
Der justeres på  
trimme kondensatoren.



Stel



Det var første step!

Nu har du grundindstillet retningskobleren.

Det vi har gjort er, at lægge en spænding på 5 mV indover dioderne for at gøre instrumentet lineært.

Næste step er, at indlægge den spænding i PIC-printet, som vi kan måle på retningskoblerens Vdir. stik.

Vi skal bruge formlen  $\text{Power (Watt)} = (V_{\text{out}} + 0,5)^2 / 100$ .

Jeg har lavet et regneark til dette, så er det kun den målte spænding, der skal indtastes i skemaet. Regnearket (Excel) kan hentes på [www.oz9f.dk](http://www.oz9f.dk)

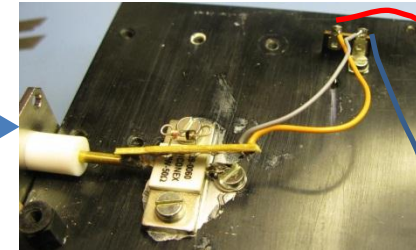
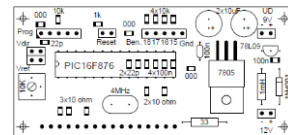
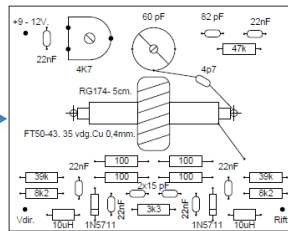
# Andet step i kalibrering af instrumentet.

Vi skal nu have ændret lidt på vores radio!

Vi skal vælge en frekvens i området 14 til 21 MHz og 10 W i output AM/CW.



Tast senderen



B4		$f_c$
A	B	
1	Beregning af effekt til kalibrering.	
2		
3	<b>Målt spænding</b>	29,91
4		
5	formel	9,247681
6		
7	Indstilling på SWR	<b>9,2</b>
8		
9		
10		

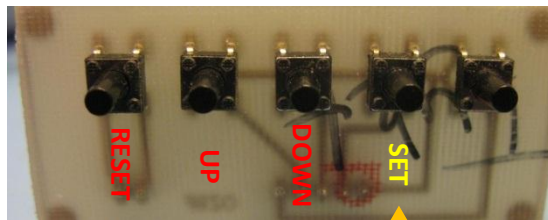
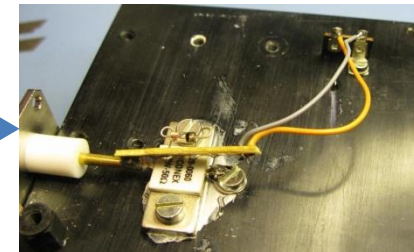
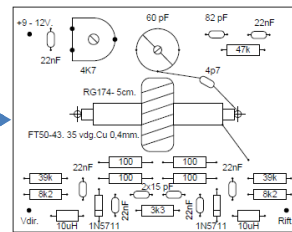
Dette tal skal indtastes i instrumentet.



# Andet step i kalibrering af instrumentet.

Indstilling af beregnet Power.

## 1. Tast senderen



## 2. Indstil power.

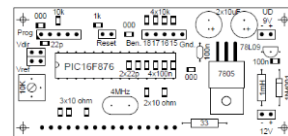
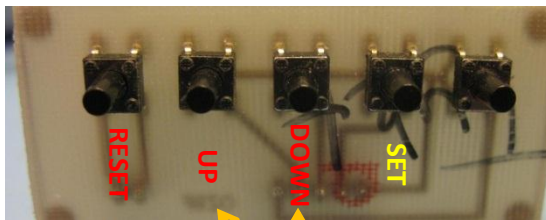
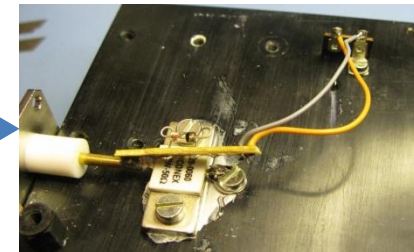
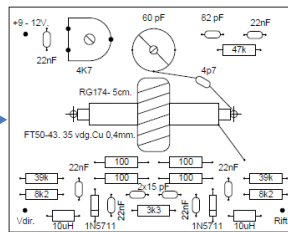
Tryk på SET



# Andet step i kalibrering af instrumentet.

Justere CALIBRAZIONE til den beregnede effekt.

Stadig tastet.



Tryk på DOWN/UP til du får den udregnede værdi fra regnearket. Når du har indstillet effekten til den beregnede → Tryk på SET.

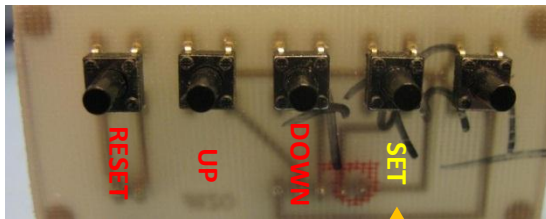
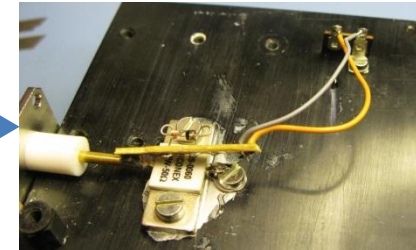
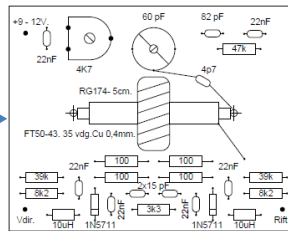


B4		f <sub>x</sub>
	A	B
1	Beregning af effekt til kalibrering.	
2		
3	Målt spænding	29,91
4		
5	formel	9,247681
6		
7	Indstilling på SWR	9,2
8		
9		
10		



# Andet step i kalibrering af instrumentet.

Stadig tastet



Inde du trykker på SET!  
Billedet her vil fremkomme efter,  
at du har trykket SET!  
Nu skal du skifte fra NO til SI,  
ved at trykke på UP/DOWN.  
Når det er SI der blinker trykker  
du på SET – Og dit instrument  
er kalibreret!

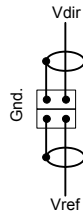
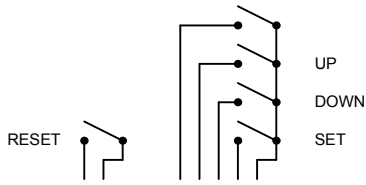


**DU ER NU KLAR TIL AT BRUGE DIT INSTRUMENT.**

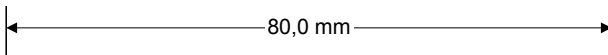
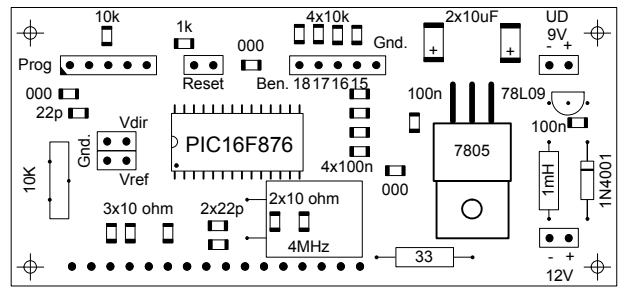
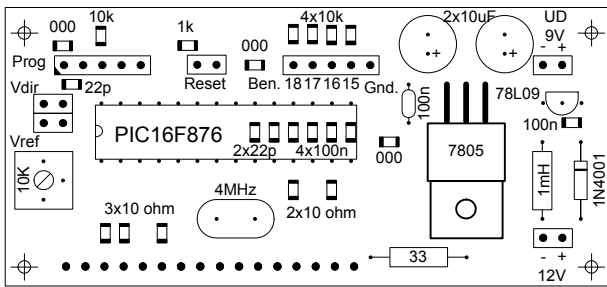
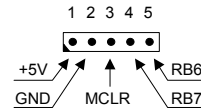
Komponentliste PIC16F876 baseret automatisk 1,8 til 60 MHz - SWR & Watt meter.

	1	Antal	Modul
<b>Modstande</b>			
47 K ohm		1	SWR-bro
100 ohm		4	SWR-bro
1 K ohm SMD		1	PIC
10 ohm SMD		5	PIC
33 ohm stik i hul		1	PIC
0 ohm SMD		3	PIC
8,2 K ohm		2	SWR-bro
10 K ohm SMD		5	PIC
39 K ohm		2	SWR-bro
3,3 K ohm		1	SWR-bro
<b>Trimme modstand</b>			
4,7 K ohm		1	SWR-bro
10 K ohm		1	PIC
<b>Spoler</b>			
1 mH		1	PIC
10 uH		2	SWR-bro
<b>Kondensator</b>			
10 uF tantal SMD eller E-lyt stik i hul		2	PIC
4,7 pF 200 V		1	SWR-bro
22 nF		6	SWR-bro
100 nF SMD/ en med ber		4/5	PIC
15 pF		2	SWR-bro
22 pF SMD		3	PIC
82 pF		1	SWR-bro
<b>Trimme kondensator</b>			
60 pF keramisk		1	SWR-bro
<b>Diode</b>			
1N5711		2	SWR-bro
1N4001		1	PIC
<b>Regulator</b>			
78L09		1	PIC
7805		1	PIC
<b>PIC-kreds</b>			
PIC16F876		1	PIC
Sokel 28 pin		1	PIC
<b>X-tal</b>			
4 MHz		1	PIC
<b>Ferrite</b>			
FT50-43		1	SWR-bro
<b>Lakket kobbertråd</b>			
0,4 mm længde i cm		50	SWR-bro
<b>Coax</b>			
RG174 længde i cm		7	SWR-bro
<b>Stik</b>			
SO239 eller N		2	SWR-bro
<b>Knapper</b>			
Reset knap.		5	PIC
<b>Display</b>			
2 rækker a 16 car.		1	PIC

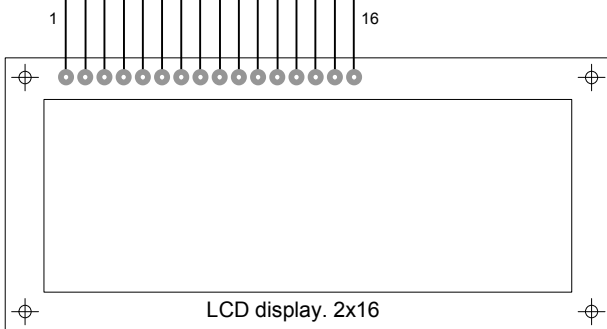
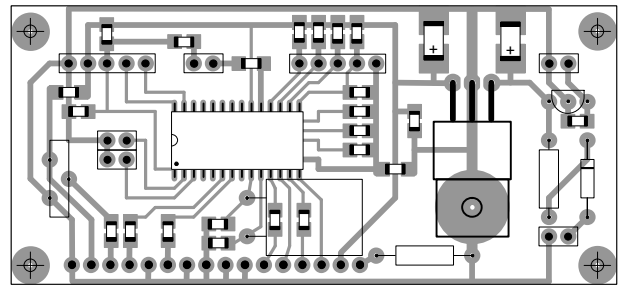
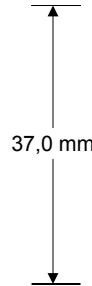
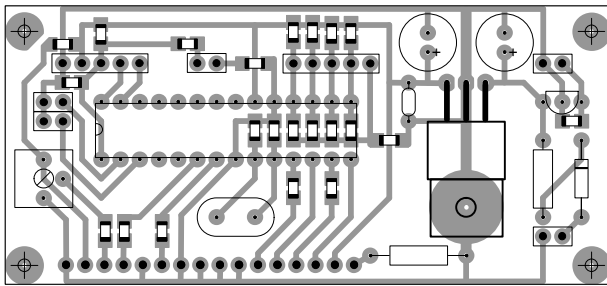
	LCD SWR - WATTmeter med PIC16F876.	Tegnet 07 04 2012.
		Rettet 21 04 2012.
		Af OZ1GID.



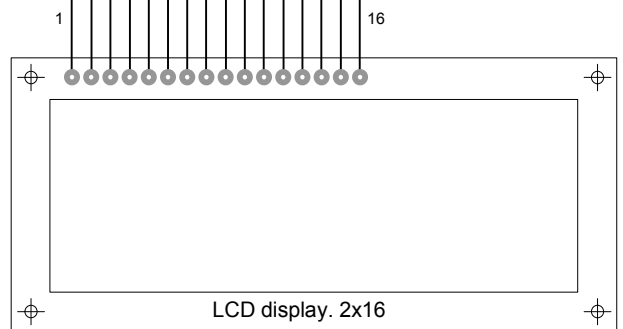
Programmering.



Xtallet monteres på bagsiden, mellem print og LCD display.



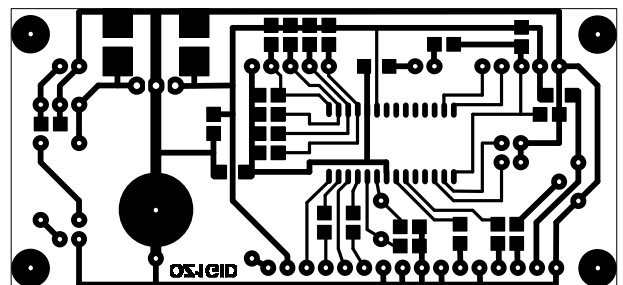
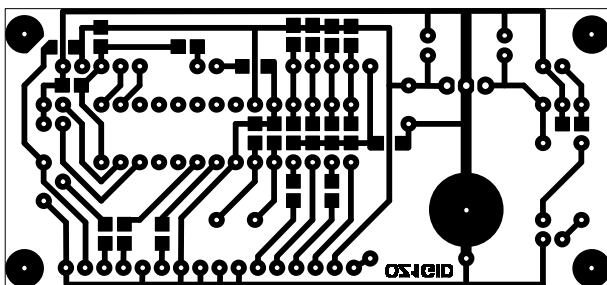
LCD display. 2x16



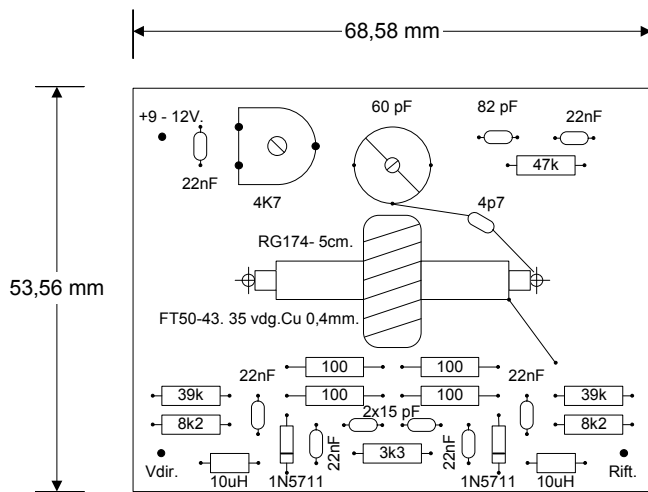
LCD display. 2x16

Printet er enkeltsidet.

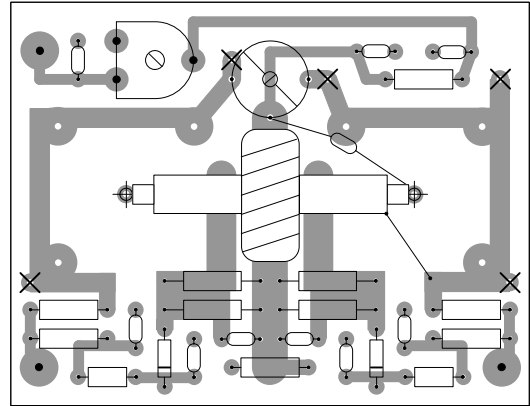
Printet er enkeltsidet.



	LCD SWR - WATTmeter med PIC16F876.	Tegnet 07 04 2012.
		Rettet 21 04 2012.
		Af OZ1GID.



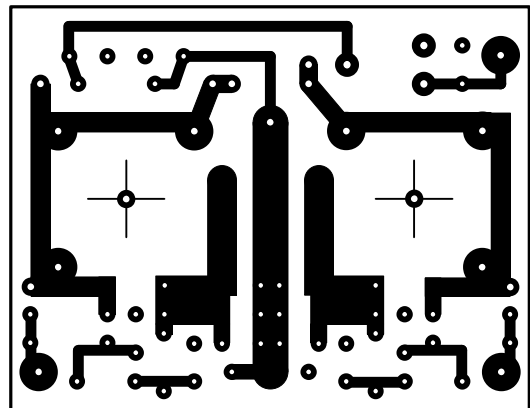
I hullerne med X føres et stykke trå, der loddes på både for og bagside.



Monteres i hvidbliksskabe fra DTM. Type 7764. 55x74x30 mm.

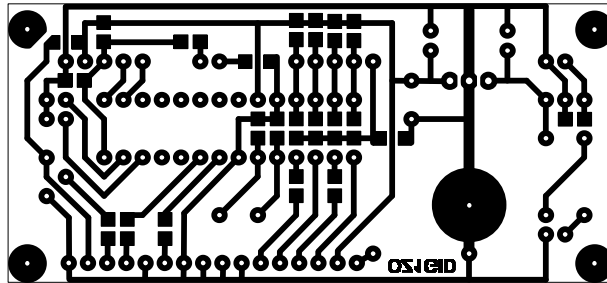
Printet er dobbeltsidet, bagsiden er ubrudt stelplan. Hullerne i stelplanet, der ikke skal loddes, undersøges med et 3mm bor.

Schottky dioderne 1N5711, kan erstattes med HP 5082-2800. Kan købes hos DMT.

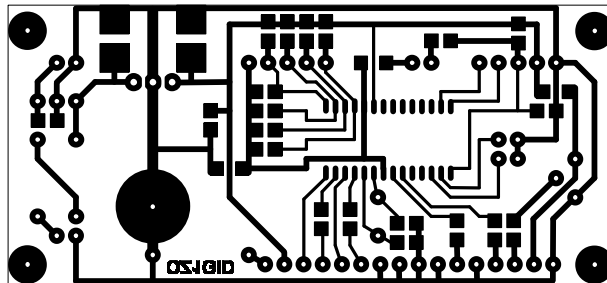


	LCD SWR - WATTmeter med PIC16F876.	Tegnet 07 04 2012.
	Printfilm.	Rettet 21 04 2012.
		Af OZ1GID.

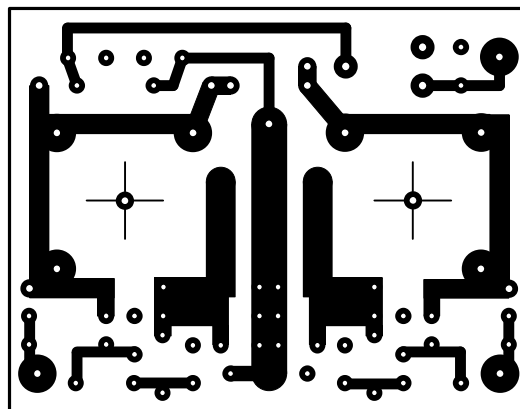
Alm. + SMD. 1 sidet



SMD. 1 sidet

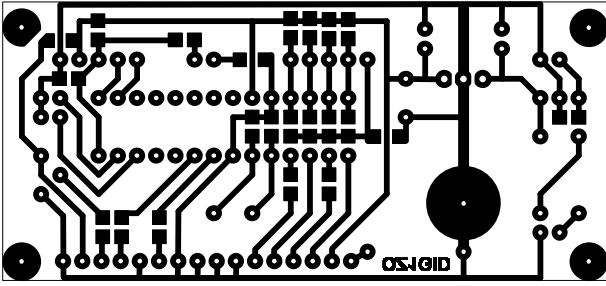


2 sidet

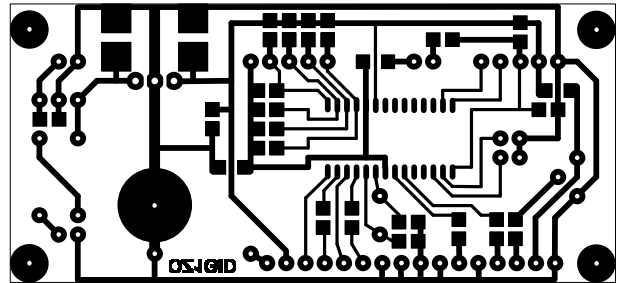
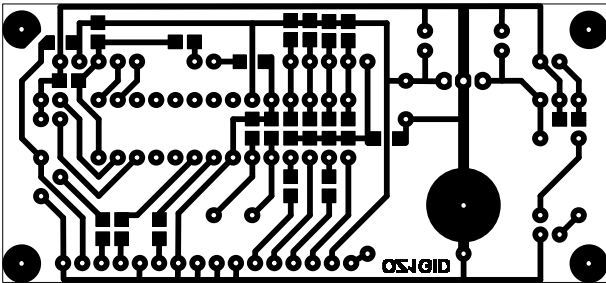
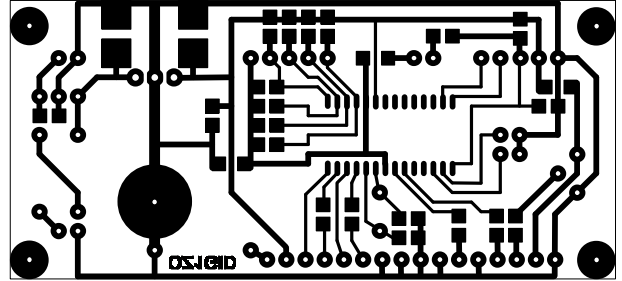
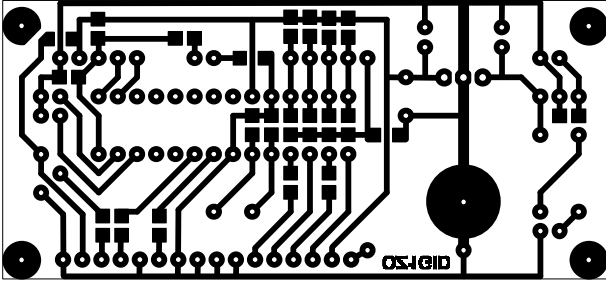
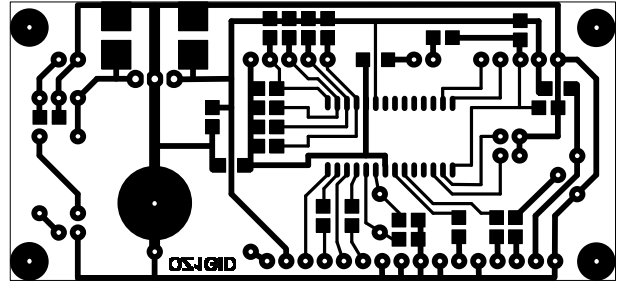




Alm. + SMD. 1 sidet



SMD. 1 sidet



2 sidet

